心理科学进展 2018, Vol. 26, No. 9, 1600–1607
Advances in Psychological Science DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.01600

前瞻记忆意图后效中执行错误的机制*

黄 欢 刘 博 周晨琛 姬 鸣

(陕西师范大学心理学院; 陕西省行为与认知神经科学重点实验室, 西安 710062)

摘 要 前瞻记忆意图后效是指已完成或取消的意图失活失败对当前认知任务造成的干扰。近期研究采用前瞻记忆任务范式探究意图后效的影响因素及认知机制。自发提取–抑制失败和预备性监控两种认知机制的分歧在于提取旧意图是否依赖注意资源的参与。脑成像研究也证实意图提取存在两条神经通路: 自发提取通路和预备性监控提取通路。未来研究应探索兼容有意遗忘失败、旧意图再提取、抑制失败三者的研究范式以及降低执行错误的有效措施。

关键词 意图后效; 执行错误; 认知机制; 注意资源; 神经机制

分类号 B842

1 引言

前瞻记忆(prospective memory, PM)是指记得在将来恰当的时机执行预先计划好的行动的能力(Scullin, Bugg, & McDaniel, 2012)。早期研究关注未执行意图的表征激活水平(Goschke & Kuhl, 1993; Penningroth, 2011), 而近期研究则更加注重已完成意图表征状态的保持过程。事实上, 行为研究(Anderson & Einstein, 2017; Pink & Dodson, 2013; Scullin & Bugg, 2013; Scullin et al., 2012; Walser, Fischer, & Goschke, 2012; Walser, Goschke, & Fischer, 2014; Walser, Goschke, Möschl, & Fischer, 2017; Walser, Plessow, Goschke, & Fischer, 2014)和脑成像研究(Beck, Ruge, Walser, & Goschke, 2014)结果均表明, 意图在完成或取消后并未立刻失活(deactivation), 不仅对随后认知任务产生干扰, 而且在特定条件下还会直接导致执行错误(commission errors, CE), 这种干扰效应被称为前瞻记忆意图后效(aftereffects of completed intentions)。

意图后效的研究范式主要有两类。第一类是延缓意图范式(postponed intention paradigm), 即通过比较个体在意图执行前后对意图相关材料(语意相关)及中性材料认知加工的绩效差异, 如再认(Goschke & Kuhl, 1993)、词汇判断任务(Marsh, Hicks, & Bink, 1998)、Stroop任务(Cohen, Dixon, & Lindsay, 2005; Cohen, Kantner, Dixon, & Lindsay, 2011)等, 评估意图执行前后意图表征的激活水平。

第二类是前瞻记忆任务范式(prospective memory task paradigm), 该范式包括意图执行阶段和后效测量阶段。意图执行阶段要求被试执行进行中任务(ongoing task, OT)及嵌插的前瞻记忆任务(prospective memory task, PMT); 之后告知被试PMT结束; 后效测量阶段要求被试只需要执行OT, 但不再相关线索再次出现(如图1)。记录被试的反应时及CE (Scullin, Einstein, & McDaniel, 2009; Walser, Goschke, et al., 2014), 以被试对不再相关线索和匹配刺激的反应时差异、CE为意图后效指标。考虑到日常生活中个体不断形成、保持及执行新意图, 因此探究执行新意图对意图后效的影响颇具现实意义。基于上述范式, Anderson 和 Einstein (2017)及 Walser 等(2012)要求被试在后效测量阶段执行新的 PMT, 而不再相关线索再次出现。后效测量阶段增加新的 PMT 可能促使被试采取不同的认知加工策略, 比如被试投入更多注意资源参与预备性监控(preparatory monitoring), 导致研究得出不同结论。

延缓意图范式和前瞻记忆任务范式的基本逻

收稿日期: 2017-07-24
* 国家自然科学基金项目(71301092)、教育部人文社会科学研究项目(13YJC190009)和陕西师范大学理工科中央高校研究项目(GK201603127)资助。
通信作者: 姬鸣, E-mail: jiming@snnu.edu.cn

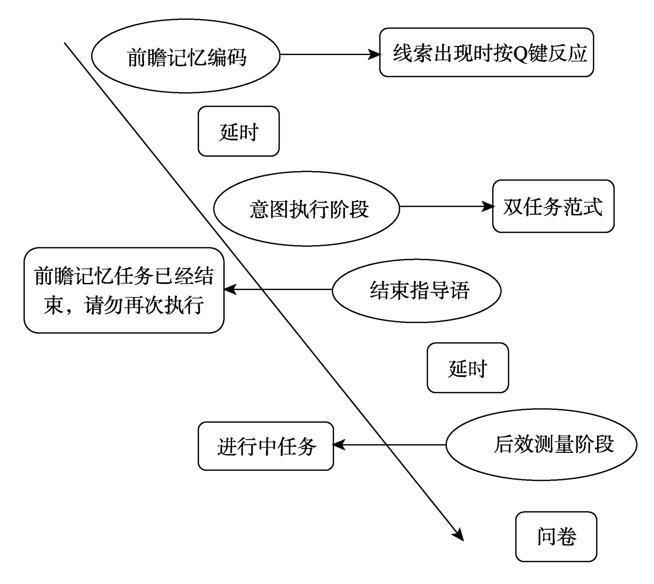


图 1　前瞻记忆范式示意图(资料来源 Scullin et al., 2012)

辑是一致的：未完全失活的意图表征影响随后的认知任务绩效，即意图干扰效应(intention interference effect)。但两种范式也存在着差异。在延缓意图范式下，主试要求被试执行意图脚本(如把大理石装进塑料袋中)，但并未说明在何种条件下执行，意图表征即意图内容的表征。但在前瞻记忆任务范式下，意图表征包括线索(执行条件)、意图(执行内容)及线索−意图联结，三者均存储于长时记忆中。延缓意图范式聚焦意图内容的后效；而前瞻记忆范式则综合反映意图回溯成分和意图前瞻成分的后效。

2　认知机制

2.1　自发提取−抑制失败模型

自发提取−抑制失败模型认为，意图后效是两种拮抗机制共同作用的结果：个体成功地自发提取旧意图但执行控制功能却不能有效抑制旧意图的干扰(Scullin, Bugg, McDaniel, & Einstein, 2011; Scullin et al., 2012)。自发提取是指在没有预备性监控的参与下，不再相关线索出现时个体自动地从长时记忆系统提取旧意图。自发提取依赖于线索突显性、线索−意图联结强度、OT 聚焦加工线索(Einstein et al., 2005)。中央执行控制功能至少包括转换(shifting)、更新(updating)和抑制(inhibition)三种功能(Friedman & Miyake, 2017)。抑制功能使当前任务不受无关信息的干扰。当个体抑制功能不能正常发挥作用时，提取到的旧意图便干扰当前任务，即导致意图后效；个体甚至可能执行旧意图代替当前任务反应，即产生 CE。

两方面的证据支持自发提取−抑制失败模型，一方面的证据来自于自发提取模式下存在意图后效。首先，在 Scullin 等(2012)后效测量阶段中被试没有必要投入预备性监控(被试被告知 PMT 已经结束)；而且线索突出(背景颜色为红色)、OT (词汇判断任务)聚焦加工线索，这些因素促使被试采取自发提取策略(Einstein et al., 2005)，但仍然存在意图后效；其次，Ⅱ型编码(Implementation-intention encoding)是提高 PMT 成绩的一种简单策略，包括对“如果情境 x 出现，那么执行行为 y”的陈述，以及对意图执行情景的心理想象活动(Gollwitzer, 1999)。Ⅱ型编码促进了线索−意图的联结，提高个体自发提取意图的可能性(McDaniel & Scullin, 2010)。相比于标准编码(standard encoding)，Ⅱ型编码导致了更多的 CE (Bugg, Scullin, & McDaniel, 2013)。

另一方面的证据是抑制能力较差的个体产生更大的意图后效。老年人和年轻人的自发提取能力并无差异(Mullet et al., 2013)，但老年人的抑制能力更差(Lustig, Hasher, & Zacks, 2007)，结果老年人产生更大的意图后效(Scullin et al., 2011)及更多的 CE (Scullin et al., 2012; Bugg, Scullin, & Rauvola, 2016)；当控制了老年人与年轻人的抑制

能力时，便消除了意图后效的年龄差异(Scullin et al., 2011)。

也有研究对自发提取–抑制失败模型提出 了质疑。Schaper 和 Grundgeiger (2017)考察了延迟–执行前瞻记忆任务(delay-execute prospective memory tasks)的 CE。延迟–执行前瞻记忆任务的特点是当线索呈现时个体顺利提取意图(线索特征突出)但又必须延迟执行意图，即在意图提取与意图执行之间插入中断任务。中断任务及分心任务不仅降低了 PMT 绩效，同时也导致 CE 下降。这与先前研究结果产生分歧：分心任务占用认知资源损害个体抑制能力，导致更多 CE (Pink & Dodson, 2013)。Schaper 和 Grundgeiger (2017)认为 CE 并不是抑制失败而导致的意外事件，而是被试的有意识决定：即对新旧线索都执行按键反应。但中断任务及分心任务干扰有意识决定的保持，因此 CE 和 PMT 绩效同时下降。

自发提取–抑制失败理论仍有以下两点值得商榷：(1)尽管实验后的问卷调查表明几乎所有被试都相信 PMT 已经结束(Scullin et al., 2011)，但是当不再相关线索再次出现时，被试仍可能感到疑惑。为保险起见，被试可能会选择再次执行意图。(2)编码与执行 PMT 使线索与意图形成较强的联结；但在 PMT 完成之后，被试仅仅阅读和复述 PMT 结束指导语，线索–PMT 结束指导语的联结程度相对较弱。当再次遇到线索时，提取意图的速度可能快于 PMT 结束指导语，导致 CE。

2.2 预备性监控理论

Walser 等(2017)认为个体对不再相关线索的预备注意程度调节意图后效。个体必须保持预备注意状态以评估潜在的刺激，如果预备状态不佳，意图是无法顺利提取的。在预备注意状态下，不再相关线索的出现会引起两种竞争性反应：正确的 OT 反应和错误的 PMT 反应。错误的 PMT 反应冲动干扰正确的 OT 反应，导致意图后效。这与预备注意和记忆加工理论(preparatory attentional processes and memory processes)一致，认为 PMT 的提取必须依赖于消耗认知资源的监控过程，以识别环境中的前瞻记忆线索(Smith, 2003)。

已有研究为预备性监控理论提供了证据。首先，Walser 等(2012)发现在后效测量阶段中增加新 PMT 时，意图后效增大。Walser 等(2012)认为新旧意图的重叠使被试继续监控后效测量阶段 OT 以执行新意图，在预备性监控下，不再相关线索出现时个体提取旧意图，干扰 OT 反应，导致意图后效。其次，Walser 等(2017)发现相比于新旧线索所属知觉特征范畴不一致时，新旧线索所属知觉特征范畴一致时意图后效更大。新旧线索知觉特征范畴不一致有利于被试识别异常新线索，忽略不再相关线索；而新旧线索知觉特征范畴一致时，被试需要投入更多注意资源监控分辨新旧线索，不再相关线索分配到更多的注意，导致更大的意图后效。

也有研究不支持预备性监控理论。第一，Scullin 和 Bugg (2013)要求实验组被试执行 PMT，控制组被试只执行 OT。之后告知实验组被试 PMT 结束，只需完成 260 trails 的词汇判断任务，而不再相关线索出现在第 40 trial (短延时组)或第 258 trial (长延时组)。记录不再相关线索出现前 20 trials(20~39 trials 或 238~257 trials)的反应时。结果发现短延时组与控制组被试在 20~39trials 上的反应时并无差异，但短延时组被试仍犯 CE。这说明在缺少预备性监控的情况下仍出现意图后效。第二，Beck 等(2014)发现在意图执行阶段喙外侧前额叶皮层(rostral lateral prefrontal cortex)被激活；在意图完成之后，该区域未见激活。而喙外侧前额叶皮层与预备性监控密切相关(Burgess, Dumontheil, & Gilbert, 2007; Burgess, Gonen-Yaacovi, & Volle, 2011)，这说明在意图完成之后个体并没有投入预备性监控。

自发提取–抑制失败模型与预备性监控理论的分歧在于提取旧意图是否依赖注意资源的参与。自发提取–抑制失败模型强调自下而上的自发提取，而预备性监控理论强调旧意图的提取依赖于自上而下的监控过程。分歧的原因可能在于实验方法、实验材料上的差异。比如，Walser 等(2012, 2017)在后效测量阶段中增加新的 PMT，并且在被试忘记执行新 PMT 时给予负反馈，这可能促使被试分配注意资源持续监控后效测量阶段；而 Scullin 等(2011, 2012)采取的实验材料与实验程序更加简单、线索更加突出，有利于被试采取自发提取策略。

3 神经机制

3.1 预备性监控提取通路

前瞻记忆和回溯记忆提取情景记忆涉及的神

经过程相似; 但对于线索察觉的加工却不同(卢焕华, 王岩, 郭春彦, 2010)。脑成像研究证实意图提取存在两条神经通路：预备性监控提取通路和自发提取通路(McDaniel, LaMontagne, Beck, Scullin, & Braver, 2013)。预备性监控提取通路包括脑岛(insula)、前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)、背侧额顶网络(dorsal frontoparietal networks)、喙前额叶皮层(rostral prefrontal cortex)等脑区。

背侧前额区域(dorsal frontal cortex)、背侧顶叶(dorasl parietal cortex)、楔前叶(precuneus)等脑区组成背侧额顶网络。腹侧额顶网络(ventral frontoparietal networks)由腹侧前额区域(ventral frontal cortex)、腹侧顶叶(ventral parietal cortex)等脑区组成。双重注意模型提出两种独立的注意系统：背侧额顶网络支持上级注意系统, 自上而下地分配注意; 腹侧额顶网络支持下级注意系统, 由外部刺激自下而上地引起注意(Corbetta & Shulman, 2002)。Cona, Scarpazza, Sartori, Moscovitch 和 Bisiacchi (2015)的元分析发现背侧额顶网络与腹侧额顶网络在前瞻记忆的保存与提取上激活模式不同：意图保存阶段背侧额顶网络激活程度更大; 而意图提取阶段腹侧额顶网络产生更强的激活(又见 Cona, Bisiacchi, Sartori, & Scarpazza, 2016)。Cona 等(2015)在双重注意模型基础上提出延迟意图的注意模型(Attention to Delayed Intention model), 该模型认为在意图保存阶段, 背侧额顶网络支持的上级注意系统自上而下地分配注意力检查前瞻记忆线索; 同时自上而下地分配注意力维持内部意图表征。

Burgess 等(2007)发现内外侧喙前额叶皮层激活模式的分离现象, 即内侧喙前额叶皮层在被试仅执行 OT 时(控制组)产生更大激活, 而外侧前额叶皮层在被试执行 PMT 时激活程度更大。Burgess 等(2007, 2011)提出喙前额叶皮层门控假设(gateway hypothesis)：喙外侧前额叶支持刺激−独立加工(stimulus-independent process), 保持意图在长时记忆系统中活跃; 而喙内侧前额叶支持刺激−指向加工(stimulus-oriented process), 指向于加工外界刺激信息。内外侧前额叶的协同工作使个体既能在执行 OT 时监测前瞻记忆线索, 同时又有效地保存内部意图表征。背侧额顶网络与喙前额叶皮层共同构成预备性监控的神经基础。

脑岛与 ACC 组成突显网络(salience network), 探测内外部信息(Seeley et al.,2007)。当前瞻记忆线索出现时, 脑岛作为放大器将信号突显, 并将信息传递到与之相联的扣带回(Leech & Sharp, 2014)。扣带回包括两个在结构和功能上异质的区域：ACC 和后扣带回(posterior cingulate cortex, PCC)。ACC 负责探测刺激引起的加工冲突(如 OT 及 PMT), 并将冲突信号传递到外侧前额叶(Shenhav, Botvinick, & Cohen, 2013), 外侧前额叶的激活使认知加工偏向于刺激−独立加工, 进而提取意图相关信息(如图 2)。

3.2　自发提取通路

自发提取通路包括脑岛、PCC、腹侧额顶网络、内侧颞叶(medial temporal lobe)等脑区(如图 3)。脑岛将监测到的前瞻记忆线索信息传递到 PCC, PCC 在结构上与腹侧额顶网络相联(Leech & Sharp, 2014)。根据延迟意图的注意模型, 腹侧额顶网络支持自下而上的注意加工, 当外部线索引起注意时, 腹侧额顶网络将注意力转移到与线索相联结的内部意图表征(Cona et al., 2015)。内侧颞叶的联

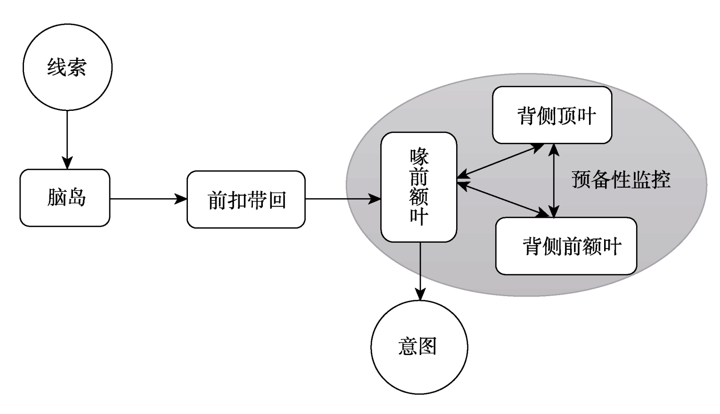


图 2　注意监控提取通路

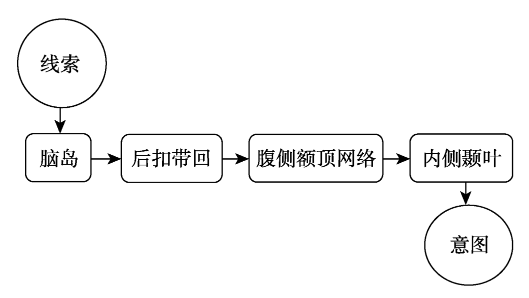


图 3 自发提取通路

结机制能把相关信息联结(如线索和意图), 如果线索被加工, 那么意图信息将自发的转移到意识之中(Moscovitch, 1994; McDaniel & Einstein, 2011)。

综合上述, 我们对两种提取方式进行比较(见表 1)。

4 总结与展望

意图后效是指已完成或取消的意图失活失败而干扰随后认知任务。已有研究表明个体因素(年龄及抑制能力等)、情境因素(意图执行阶段 OT 与后效测量阶段 OT 一致性、线索突显性)、人格因素(状态朝向 VS 行动朝向, Walser, Goschke, et al., 2014)等影响意图后效。研究者提出自发提取–抑制失败和预备性监控提取两种认知机制解释意图后效。两种认知机制的分歧在于旧意图的提取是否依赖认知资源的参与。脑成像研究也证实意图提取存在两条神经通路: 预备性监控提取通路和自发提取通路。背侧额顶网络及喙前额叶皮层等脑区支持预备性监控提取通路; 而自发提取通路主要包括腹侧额顶网络及内侧颞叶、PCC 等脑区。但现有研究中仍然存在两个重要的理论问题:

4.1 意图后效是否客观存在?

行为研究通过比较被试对不再相关线索和匹配刺激认知加工的反应时评估意图后效。但反应时差异可能是不再相关线索突显性、熟悉性等知觉特征引起的注意偏向导致的吗? 现有研究结果否定了注意偏向导致反应时差异的假设。第一, Walser 等(2012)控制了不再相关线索与匹配刺激的突显性, 但仍发现被试对二者的加工反应时存在差异, 这为否定注意偏向假设提供了直接证据。第二, 在 PMT 结束指导语下, 被试对不再相关线索和匹配刺激的加工反应时并无差异; 但在 PMT 暂停指导语下, 被试对两种刺激的加工反应时存在显著差异(Scullin et al., 2009); 第三, 年轻被试对不再相关线索和匹配刺激的加工反应时无差异, 但老年人表现出显著差异(Scullin et al., 2011)。以上两种分离现象也间接说明了反应时差异不可能是由线索突显性、熟悉性导致的。

意图执行阶段 PMT 的顺利执行, 强化了刺激–反应(如线索–按 Q 键)联结。那么后效测量阶段不再相关线索呈现时, 被试可能提取刺激–反应联结代替线索–抽象意图联结吗? 现有研究否定了这种假设。第一, Walser 等(2012)将倾斜字母设为前瞻记忆线索, 意图执行阶段呈现右倾斜字母, 但后效测量阶段呈现左倾斜字母。尽管左倾斜字母–按键反应联结并未被强化, 但被试对左倾斜字母的加工反应时仍远大于对匹配刺激的加工反应时。第二, 尽管在意图执行阶段中执行意图促进了线索–反应之间的联结, 但在意图未执行(线索未呈现或 PMT 在编码之后取消)条件下更多的被试犯 CE (Bugg & Scullin, 2013)。

意图作为个体的行动目标, 对个体具有高度重要性。线索与意图执行相关, 因此线索往往会附带强烈的动机。在 PMT 结束之后, 不再相关线索可能仍附带动机。那么动机因素会导致被试对不再相关线索和匹配刺激的加工反应时差异吗? 比如个体可能对不再相关线索进行更深度、更细致的认知加工, 而对匹配刺激进行快速而不求准确的加工。行为研究很难提供相关裁决证据, 未来研究可以考虑认知神经科学提供的证据, 比如考察动机相关脑区是否在不再相关线索呈现时激活。

4.2 意图表征失活是一个干扰还是消退的过程?

意图后效源于旧意图表征的剩余活性。旧意

表 1 两种认知机制的比较

比较内容	自发提取–抑制失败	预备性监控
意图后效产生原因	再次提取已完成意图干扰当前任务	
旧意图提取方式	自下而上的自发提取	自上而下的预备性监控
是否依赖注意资源	否, 相对自动化	是, 依赖认知资源
生理基础	腹侧额顶网络、内侧颞叶	背侧额顶网络、喙部前额叶

图表征的失活可能是一个干扰或消退过程(参见干扰或消退导致短时记忆遗忘)。干扰即新信息取代记忆系统中旧意图表征。Walser, Goschke 等(2014)通过操纵意图完成到后效测量之间插入任务的工作记忆负荷, 发现插入任务负荷越大, 意图后效越小。合理的解释是插入任务负荷越大, 对旧意图表征的干扰也就越大, 促进了旧意图表征的失活。消退即旧意图的记忆表征随时间而衰退。尽管尚无证据支持消退效应(Scullin et al., 2009; Walser, Plessow, et al., 2014), 但考虑到以往研究中意图执行阶段与后效测量阶段间隔较短, 因此并不能否定旧意图表征随时间而消退。后续研究可以系统地操纵意图完成到后效测量的时间间隔探讨消退效应, 但这仍难以解决变量混淆的问题：较长的时间间隔往往也意味着较大的干扰。即使在间隔时间内被试不执行任何任务, 回忆、联想等内部心理活动的干扰也会随时间增长而变大。

如果旧意图的失活是一个连续渐变的过程, 而非“全或无”的过程, 那么意图编码时的表征水平则会影响意图后效。意图编码时活性越强, 旧意图表征剩余活性也可能越强, 进而导致更大的意图后效。这样看来, 尽管精细编码有助于降低遗漏错误, 但却提高了 CE 的风险。

4.3　研究展望

首先, 创新研究范式。意图后效源于旧意图表征的剩余活性, 旧意图表征剩余活性表明个体对旧意图的有意遗忘失败。有意遗忘失败、旧意图的再提取、抑制失败三个因素共同导致意图后效。但由于研究范式的局限, 现有研究仅仅探讨了旧意图再提取的影响因素及其认知神经机制。后续研究应致力于创新研究方法, 将有意遗忘、意图提取及抑制功能纳入同一范式。尽管以上三者似乎是一个线性序列过程, 即旧意图有意遗忘失败-旧意图再提取-抑制失败, 不太可能存在着相互作用, 但在同一个研究范式内描述一个问题的全貌仍颇具意义, 如探讨三者共同的影响因素、注意资源的分配、涉及的神经基础等。只有在一个框架内探讨问题的全貌, 才有可能构建更为详细的模型。

其次, 探讨情绪对意图后效的影响。焦虑状态、抑郁状态等负性情绪会干扰前瞻记忆, 例如, Harris 和 Cumming (2003)发现严重的焦虑和抑郁情绪损害执行延迟意图的能力。卢家楣、孙俊才和刘伟(2008)的研究也发现, 诱发的负性情绪会干扰双任务前瞻记忆; 在高认知负载情境下, 人际情绪调节对这种干扰的调节效果显著优于个体情绪调节。事实上, 情绪与认知存在着相互作用, 但尚无研究探讨情绪状态与意图后效的关系。一方面, 情绪状态影响执行控制功能, 比如焦虑状态削弱个体抑制功能, 进而影响意图后效; 另一方面, 意图执行阶段与后效测量阶段情绪状态相同时, 即在相似的心境下, 个体更可能提取旧意图。

最后, 探索降低 CE 的预防措施。在航空航天、核能核电及石油化工等高科技、高风险行业中, 操作员需要执行一系列程序化的习惯性前瞻记忆任务(habitual prospective memory task), 而 CE 作为一种典型的人因失误, 最可能发生在习惯性前瞻记忆活动中。比如操作员在某次操作完成之后, 可能再次想起该操作, 但又不确定是否已执行过, 而重复操作会带来安全隐患。输出监控(output monitoring)是一个依赖认知资源的加工过程, 指在复杂环境中个体监控自己的行为并且不断更新记忆。因此未来研究可以探索增强个体输出监控、降低执行错误的人因设计。

参考文献

卢焕华, 王岩, 郭春彦. (2010). 从 ERP 研究看前瞻记忆的神经基础和认知加工机制. *心理科学进展, 18*(3), 426–431.

卢家楣, 孙俊才, 刘伟. (2008). 诱发负性情绪时人际情绪调节与个体情绪调节对前瞻记忆的影响. *心理学报, 40*(12), 1258–1265.

Anderson, F. T., & Einstein, G. O. (2017). The fate of completed intentions. *Memory, 25*(4), 467–480.

Beck, S. M., Ruge, H., Walser, M., & Goschke, T. (2014). The functional neuroanatomy of spontaneous retrieval and strategic monitoring of delayed intentions. *Neuropsychologia, 52*, 37–50.

Bugg, J. M., & Scullin, M. K. (2013). Controlling intentions: The surprising ease of stopping after going relative to stopping after never having gone. *Psychological Science, 24*(12), 2463–2471.

Bugg, J. M., Scullin, M. K., & McDaniel, M. A. (2013). Strengthening encoding via implementation intention formation increases prospective memory commission errors. *Psychonomic Bulletin & Review, 20*(3), 522–527.

Bugg, J. M., Scullin, M. K., & Rauvola, R. S. (2016). Forgetting no-longer-relevant prospective memory intentions is (sometimes) harder with age but easier with forgetting

practice. *Psychology and Aging, 31*(4), 358–369.

Burgess, P. W., Dumontheil, I., & Gilbert, S. J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. *Trends in Cognitive Sciences, 11*(7), 290–298.

Burgess, P. W., Gonen-Yaacovi, G., & Volle, E. (2011). Functional neuroimaging studies of prospective memory: What have we learnt so far? *Neuropsychologia, 49*(8), 2246–2257.

Cohen, A.-L., Dixon, R. A., & Lindsay, D. S. (2005). The intention interference effect and aging: Similar magnitude of effects for young and old adults. *Applied Cognitive Psychology, 19*(9), 1177–1197.

Cohen, A.-L., Kantner, J., Dixon, R. A., & Lindsay, D. S. (2011). The intention interference effect: The difficulty of ignoring what you intend to do. *Experimental Psychology, 58*(6), 425–433.

Cona, G., Bisiacchi, P. S., Sartori, G., & Scarpazza, C. (2016). Effects of cue focality on the neural mechanisms of prospective memory: A meta–analysis of neuroimaging studies. *Scientific Reports, 6*, 25983.

Cona, G., Scarpazza, C., Sartori, G., Moscovitch, M., & Bisiacchi, P. S. (2015). Neural bases of prospective memory: A meta-analysis and the "Attention to Delayed Intention" (AtoDI) model. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 52*, 21–37.

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(3), 201–215.

Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Thomas, R., Mayfield, S., Shank, H., Morrisette, N., & Breneiser, J. (2005). Multiple processes in prospective memory retrieval: Factors determining monitoring versus spontaneous retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General, 134*(3), 327–342.

Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex, 86*, 186–204.

Gollwitzer, P. M. (1999). Implementation intentions: Strong effects of simple plans. *American Psychologist, 54*(7), 493–503.

Goschke, T., & Kuhl, J. (1993). Representation of intentions: Persisting activation in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19*(5), 1211–1226.

Harris, L. M., & Cumming, S. R. (2003). An examination of the relationship between anxiety and performance on prospective and retrospective memory tasks. *Australian Journal of Psychology, 55*(1), 51–55.

Leech, R., & Sharp, D. J. (2014). The role of the posterior cingulate cortex in cognition and disease. *Brain, 137*(1), 12–32.

Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory deficit theory: Recent developments in a "new view". In D. S. Gorfein & C. M. MacLeod (Eds.), *The place of inhibition in cognition* (pp. 145–162). Washington: American Psychological Association.

Marsh, R. L., Hicks, J. L., & Bink, M. L. (1998). Activation of completed, uncompleted, and partially completed intentions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 24*(2), 350–361.

McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2011). The neuropsychology of prospective memory in normal aging: A componential approach. *Neuropsychologia, 49*(8), 2147–2155.

McDaniel, M. A., LaMontagne, P., Beck, S. M., Scullin, M. K., & Braver, T. S. (2013). Dissociable neural routes to successful prospective memory. *Psychological Science, 24*(9), 1791–1800.

McDaniel, M. A., & Scullin, M. K. (2010). Implementation intention encoding does not automatize prospective memory responding. *Memory & Cognition, 38*(2), 221–232.

Moscovitch, M. (1994). Memory and working with memory: Evaluation of a component process model and comparisons with other models. In D. L. Schacter & E. Tulving (Eds.), *Memory systems* (pp. 269–310). Cambridge, MA: MIT Press.

Mullet, H. G., Scullin, M. K., Hess, T. J., Scullin, R. B., Arnold, K. M., & Einstein, G. O. (2013). Prospective memory and aging: Evidence for preserved spontaneous retrieval with exact but not related cues. *Psychology and Aging, 28*(4), 910–922.

Penningroth, S. L. (2011). When does the intention-superiority effect occur? Activation patterns before and after task completion, and moderating variables. *Journal of Cognitive Psychology, 23*(1), 140–156.

Pink, J. E., & Dodson, C. S. (2013). Negative prospective memory: Remembering not to perform an action. *Psychonomic Bulletin & Review, 20*(1), 184–190.

Schaper, P., & Grundgeiger, T. (2017). Commission errors in delay–execute prospective memory tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 70*(8), 1423–1438.

Scullin, M. K., & Bugg, J. M. (2013). Failing to forget: Prospective memory commission errors can result from spontaneous retrieval and impaired executive control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 39*(3), 965–971.

Scullin, M. K., Bugg, J. M., & McDaniel, M. A. (2012). Whoops, I did it again: Commission errors in prospective memory. *Psychology and Aging, 27*(1), 46–53.

Scullin, M. K., Bugg, J. M., McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2011). Prospective memory and aging: Preserved

spontaneous retrieval, but impaired deactivation in older adults. *Memory & Cognition, 39*(7), 1232–1240.

Scullin, M. K., Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (2009). Evidence for spontaneous retrieval of suspended but not finished prospective memories. *Memory & Cognition, 37*(4), 425–433.

Seeley, W. W., Menon, V., Schatzberg, A. F., Keller, J., Glover, G. H., Kenna, H., … Greicius, M. D. (2007). Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control. *Journal of Neuroscience, 27*(9), 2349–2356.

Shenhav, A., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (2013). The Expected value of control: An integrative theory of anterior cingulate cortex function. *Neuron, 79*(2), 217–240.

Smith, R. E. (2003). The cost of remembering to remember in event-based prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 29*(3), 347–361.

Walser, M., Fischer, R., & Goschke, T. (2012). The failure of deactivating intentions: Aftereffects of completed intentions in the repeated prospective memory cue paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 38*(4), 1030–1044.

Walser, M., Goschke, T., & Fischer, R. (2014). The difficulty of letting go: Moderators of the deactivation of completed intentions. *Psychological Research, 78*(4), 574–583.

Walser, M., Goschke, T., Möschl, M., & Fischer, R. (2017). Intention deactivation: Effects of prospective memory task similarity on aftereffects of completed intentions. *Psychological Research, 81*(5), 961–981.

Walser, M., Plessow, F., Goschke, T., & Fischer, R. (2014). The role of temporal delay and repeated prospective memory cue exposure on the deactivation of completed intentions.*Psychological Research, 78*(4), 584–596.

Mechanisms of commission errors in aftereffects of completed intentions

HUANG Huan; LIU Bo; ZHOU Chenchen; JI Ming

(*School of Psychology, Shaanxi Normal University;*

Key Lab for Behavior & Cognitive Neuroscience of Shaanxi Province, Xi'an 710062, *China*)

Abstract: Aftereffects of completed intentions refer to participants continue retrieving intentions interfering with current cognitive tasks, after their failures in deactivating completed or cancelled intentions. Recent studies investigated the related factors and cognitive mechanisms in prospective memory task paradigm. Spontaneous retrieval and preparatory monitoring retrieval diverge in whether the retrieval process depends on attentional resources. Brain imaging research also showed that there are two neural pathways for intention retrieval. Further studies are necessary to explore effective approaches to reduce commission errors, and develop a new paradigm including three aspects of aftereffects of completed intentions, which are failures in intentional forgetting, retrieval of completed intentions and failures in inhibition.

Key words: aftereffects of completed intentions; commission errors; cognitive mechanisms; attentional resources; neural mechanisms